

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-029010

(43)Date of publication of application : 28.01.2000

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02F 1/137

(21)Application number : 10-198459

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 14.07.1998

(72)Inventor : KUBO MASUMI
NARUTAKI YOZO
FUJIOKA SHIYOUGO
YOSHIMURA YOJI
KATAYAMA MIKIO
ISHII YUTAKA

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the coloring of a dark display even in transmission mode as to the liquid crystal display device which has a reflecting function and a transmitting function.

SOLUTION: In this liquid crystal display device, a $\lambda/4$ plate 7 is arranged on the opposite surface on a substrate to the side where a counter electrode 4 is formed, a $\lambda/4$ plate 10 is arranged on the opposite surface on a substrate 1 to the side where a reflecting electrode 3 and a transparent electrode 8 are formed, and the phase delay axis of the $\lambda/4$ plate 10 is set to cross the phase delay axis of the $\lambda/4$ plate 7 at right angles. A polarizing plate 6 is provided on the opposite surface of the $\lambda/4$ plate 7 on the substrate 2, and a polarizing plate 9 is provided on the opposite surface of the $\lambda/4$ plate 10 on the substrate 1; and the transmission axis of the polarizing plate 6 is inclined at 45° with respect to the phase delay axis of the $\lambda/4$ plate 7, the transmission axis of the polarizing plate 9 is inclined at 45° with respect to the phase delay axis of the $\lambda/4$ plate 10, and the transmission axis of the polarizing plate 6 cross the transmission axis of the polarizing plate 9 at right angles.

6. 偏光板

7. $\lambda/4$ 板

2. 基板

4. 対向電極

5. LC層 (垂直配向)

3. 反射電極

8. 透明電極

1. 基板

10. $\lambda/4$ 板

9. 偏光板

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application]

converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3410663

[Date of registration] 20.03.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-29010

(P2000-29010A)

(43) 公開日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード^{*} (参考)

G 0 2 F 1/1335

G 0 2 F 1/1335

2 H 0 8 8

1/137

1/137

2 H 0 9 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-198459

(22) 出願日 平成10年7月14日 (1998.7.14)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 久保 真澄

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 鳴瀬 陽三

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100103296

弁理士 小池 隆彌

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 透過表示と反射表示を組み合わせた表示装置において、黒表示の場合に光漏れが発生し十分な黒レベルが得られない問題点を解消する。

【解決手段】 基板2の対向電極4が形成された側の反対面に $\lambda/4$ 板7が配置され、さらに基板1の反射電極3及び透明電極8が形成された側の反対面に $\lambda/4$ 板10が配置され、 $\lambda/4$ 板10の遅相軸は $\lambda/4$ 板7の遅相軸と直交するように設定されている。 $\lambda/4$ 板7の基板2とは反対側の面に偏光板6が、 $\lambda/4$ 板10の基板1とは反対側の面に偏光板9がそれぞれ設けられており、偏光板6の透過軸は $\lambda/4$ 板7の遅相軸に対して45度、偏光板9の透過軸は $\lambda/4$ 板10の遅相軸に対して45度傾むくように、また偏光板6の透過軸は偏光板9の透過軸に対して直交するように設定されている。

6. 偏光板

7. $\lambda/4$ 板

2. 基板

4. 対向電極

5. LC層 (垂直配向)

3. 反射電極

8. 透明電極

1. 基板

10. $\lambda/4$ 板

9. 偏光板

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反射機能と透過機能とを有する領域が形成された一方基板と対向電極が形成された他方基板を有し、前記一方基板と前記他方基板の間に液晶層が挟持された液晶表示装置において、

前記一方基板の前記液晶層とは反対の面に設けられた第 1 の偏光手段と、前記他方基板の前記液晶層とは反対の面に設けられた第 2 の偏光手段と、前記第 1 の偏光手段と前記液晶層との間に設けられた第 1 の位相差板と、前記第 2 の偏光手段と前記液晶層との間に設けられた第 2 の位相差板を有し、

前記第 1 の偏光手段の透過軸と前記第 2 の偏光手段の透過軸が直交し、かつ、前記第 1 の位相差板の遅相軸と前記第 2 の位相差板の遅相軸とが直交していることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記液晶層が負の誘電率異方性を有する垂直配向液晶材料であることを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記液晶表示装置をノーマリブラックの表示モードとすることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

【0002】

【従来の技術】液晶ディスプレイは、CRT（ブラウン管）や EL（エレクトロルミネッセンス）とは異なり自らは発光しないため、バックライトを液晶表示素子の背面に設置して照明する透過型液晶表示装置が用いられている。しかしながら、バックライトは通常液晶ディスプレイの全消費電力のうち 50% 以上を消費するため、戸外や常時携帯して使用する機会が多い携帯情報機器ではバックライトの代わりに反射板を設置し、周囲光のみで表示を行う反射型液晶表示装置も実現されている。

【0003】反射型液晶表示装置で用いられる表示モードには、現在透過型で広く用いられている TN（ツイステッドネマティック）モード、STN（スーパーツイステッドネマティック）モードといった偏光板を利用するタイプの他、偏光板を用いないために明るい表示が実現できる相転移型ゲストホストモードも近年盛んに開発が行われており、例えば特開平 4-75022 号公報に開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、相転移型ゲストホストモードは、液晶分子と色素を分散させた液晶層において色素の光吸収を用いて表示を行なうためコントラストが十分とれず、TN（ツイステッドネマティック）モード及び STN（スーパーツイステッドネマティック）モードといった偏光板を利用するタイプの液晶表示装置に比べて表示品位は著しく悪くなる。また、

平行配向若しくはツイスト配向の液晶表示装置の場合には、液晶層の中心付近の液晶分子は電圧印加時に基板面に対して垂直方向に傾くが、配向膜表面付近の液晶分子は電圧を印加しても基板に対して垂直にならないため液晶層の複屈折率は 0 には程遠く、電圧印加時に黒表示を行う表示モードの場合、液晶層の複屈折のため十分な黒が表示できず、十分なコントラストを得ることができない。

【0005】TN モード及び STN モードの液晶表示装置も現在では輝度やコントラストの点で十分な表示品位を有するとは言い難く、更なる高輝度化及びコントラストの向上等の表示品位の向上が求められている。また、反射型液晶表示装置は、周囲の光が暗い場合に表示に用いる反射光が低下し視認性が極端に低下するという欠点を有し、一方透過型液晶表示装置はこれとは逆に周囲光が非常に明るい晴天下等での視認性が低下する問題があった。従って、透過表示と反射表示を組み合わせた表示装置が開発されているが、黒表示の場合に光漏れが発生し十分な黒レベルが得られない問題点がある。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の発明は、反射機能と透過機能とを有する領域が形成された一方基板と対向電極が形成された他方基板を有し、前記一方基板と前記他方基板の間に液晶層が挟持された液晶表示装置において、前記一方基板の前記液晶層とは反対の面に設けられた第 1 の偏光手段と、前記他方基板の前記液晶層とは反対の面に設けられた第 2 の偏光手段と、前記第 1 の偏光手段と前記液晶層との間に設けられた第 1 の位相差板と、前記第 2 の偏光手段と前記液晶層との間に設けられた第 2 の位相差板を有し、前記第 1 の偏光手段の透過軸と前記第 2 の偏光手段の透過軸が直交し、かつ、前記第 1 の位相差板の遅相軸と前記第 2 の位相差の遅相軸とが直交していることを特徴とする。

【0007】請求項 2 に記載の発明は、前記液晶層が負の誘電率異方性を有する垂直配向液晶材料であることを特徴とする。請求項 3 に記載の発明は、前記液晶表示装置をノーマリブラックの表示モードとすることを特徴とする。

【0008】以下に本発明による作用について説明する。本発明の請求項 1 に記載の液晶表示装置によれば、位相差板を構成する複屈折性材料の常光及び異常光の両者に対する屈折率は光の波長に強く依存しているため、特定の厚さの位相差板内で蓄積された位相遅れもまた波長に依存する。つまり、ある特別の値の位相遅れ（例えば $\lambda/4$ ）を入射光の直線偏光面に与えるには、波長を特定した単波長の光線を入射させた場合にみに完全に達成できる。よって、位相差板を構成する複屈折性材料の屈折率異方性の波長依存性により、 $\lambda/4$ の位相遅れが達成できない波長域では、出射側の偏光手段で遮光されずに透過する光が発生し、暗表示に色づきが生じる。

【0009】本発明では、第1の位相差板と第2の位相差板の遅相軸を直交させることで、第1の位相差板の屈折率異方性の波長依存性を、第2の位相差板の屈折率異方性の波長依存性で相殺することができ、光の波長帯全域で一定の位相差を満たすようになる。このため暗表示の色づきを改善できる。

【0010】本発明の請求項2に記載の液晶表示装置によれば、液晶層に負の誘電率異方性を有する垂直配向液晶材料を用いることで、液晶層のリターデーションがほぼ0である状態が実現されるので、暗状態がより暗くなるので、コントラストが高くなる。例えば、液晶層に平行配向液晶を用いると、電圧を印加して液晶分子の長軸を電極と垂直方向に向けることで液晶層のリターデーションを0にしようとしても、残留リターデーションが発生するため液晶層のリターデーションは0にはならない。

【0011】本発明の請求項3に記載の液晶表示装置によれば、ノーマリブラック（以下NBという）ではセルギャップ変化によるコントラスト比の変化はほとんど発生せず、生産性の面でセルギャップ制御に対するある程度の余裕がとれる。

【0012】液晶層に電圧無印加時に白表示を、電圧印加時に黒表示を行なうノーマリホワイト（以下NWという）ではセルギャップ変化に対して黒になる液晶層への印加電圧が変化するのに対して、液晶層に電圧無印加時に黒表示を、電圧印加時に白表示を行なうNBではセルギャップ変化に対して白になる液晶層への印加電圧が変化する。そのため、NWではセルギャップ変化によりコントラスト比が著しく変化するため、高精度のセルギャップ制御が必要となる。また、NWでは輝点となっていた点欠陥が、NBでは黒点となるため、製造上の良品率向上が見込まれ、輝点フリーの高品位表示パネルが実現できる。これらのことから、NWに比べてNBの方があらゆる環境下で使用可能な液晶表示装置の表示モードとして優れている。

【0013】

【発明の実施の形態】（実施形態1）実施形態1のアクティブマトリクス基板の構成について、図1を用いて説明する。ガラス基板等の絶縁性の基板1にA1、Ta等の反射率の高い材料で形成された反射電極3とITO等の透過率の高い材料で形成された透明電極8とが設けられ、ガラス基板等の絶縁性の基板2にITO等の透過率の高い材料で形成された対向電極4が設けられ、反射電極3及び透明電極8と対向電極4との間に負の誘電率異方性を示す液晶材料からなる液晶層5が挟持されている。

【0014】反射電極3、透明電極8及び対向電極4の液晶層5と接する面にはそれぞれ垂直配向性の配向膜

（図示せず）が形成されており、配向膜の塗布後、少なくとも一方の配向膜にラビング等の配向処理を行なっている。ラビングによる配向処理に代えて、光配向や電極形状等で配向を規制しても良い。液晶層5の液晶分子

は、垂直配向性の配向膜に対するラビング等の配向処理により、基板面の垂直方向に対して、概ね0度または0.1度から5度程度のティルト角を持って配向される。

【0015】ここで、反射電極3は液晶層に電圧を印加する電極として用いられるが、反射電極3を電極として使わずに反射板として用いてもよい。その場合、透明電極8を反射板の領域まで延ばして、透明電極8を反射領域で液晶層5に電圧を印加する電極としても良い。液晶層5の液晶材料として、 $N_e = 1.5546$ 、 $N_o = 1.4773$ の屈折率異方性を有する液晶材料を用いた。

【0016】基板2の対向電極4が形成された側の反対面に $\lambda/4$ 板7が配置され、さらに基板1の反射電極3及び透明電極8が形成された側の反対面に $\lambda/4$ 板10が配置され、 $\lambda/4$ 板10の遅相軸は $\lambda/4$ 板7の遅相軸と直交するように設定されている。

【0017】 $\lambda/4$ 板7の基板2とは反対側の面に偏光板6が、 $\lambda/4$ 板10の基板1とは反対側の面に偏光板9がそれぞれ設けられており、偏光板6の透過軸は $\lambda/4$ 板7の遅相軸に対して45度、偏光板9の透過軸は $\lambda/4$ 板10の遅相軸に対して45度傾むくように、また偏光板6の透過軸は偏光板9の透過軸に対して直交するように設定されている。この場合、偏光板の透過軸は $\lambda/4$ 板の遅相軸に対し45度に設定されているが、その角度の方向は+方向でも-方向でもどちらでもよい。

【0018】図2(a)は実施形態1の液晶表示装置のアクティブマトリクス基板の平面概略図を示し、図2(b)は図2(a)のA-A断面図を示す。アクティブマトリクス基板は、ゲート配線21、データ配線22、駆動素子23、ドレイン電極24、補助容量電極25、ゲート絶縁膜26、絶縁性基板27、コンタクトホール28、層間絶縁膜29、反射用絵素電極30と透過用絵素電極31を備えている。

【0019】補助容量電極25は、ドレイン電極24と電気的に接続されており、ゲート絶縁膜26を介してゲート配線21と重畳し補助容量を形成している。コンタクトホール28は、透過用絵素電極31と補助容量電極25を接続するために層間絶縁膜29に設けられている。

【0020】このアクティブマトリクス基板は一つの絵素の中に反射用絵素電極30と透過用絵素電極31を備えており、一つの絵素の中に外部からの光を反射する反射用絵素電極30部分とバックライトの光を透過する透過用絵素電極31部分を形成している。

【0021】ここで、図2(b)では反射用絵素電極30の表面形状を平面として図示しているが、反射特性を向上するために表面形状を凹凸にしても良い。また、絵素電極を反射用絵素電極30と透過用絵素電極31に分割しているが、分割せずに半透過電極を用いても良い。

【0022】図3、図4を用いて実施形態1の液晶表示装置における反射モード及び透過モードの光の透過状態を説明する。図3は反射電極を用いて表示を行う場合

(反射モード)を示し、図3(a)は垂直配向液晶層に電圧が印加されていない暗表示の場合を示し、図3

(b)は垂直配向液晶層に電圧が印加された白表示の場合を示している。また、図4は透過電極を用いて表示を行う場合(透過モード)を示し、図4(a)は垂直配向液晶層に電圧が印加されていない暗表示の場合を示し、図4(b)は垂直配向液晶層に電圧が印加された白表示の場合を示している。

【0023】図3(a)によって反射モードの暗表示を説明する。図3(a)の上側から偏光板6表面に入った入射光は、偏光板6を通った後偏光軸が偏光板の透過軸に一致した直線偏光となり、 $\lambda/4$ 板7に入射される。 $\lambda/4$ 板7は、偏光板6の透過軸方向と $\lambda/4$ 板7の遅相軸方向が45度になるように配置されており、 $\lambda/4$ 板7を通過した光は円偏光になる。

【0024】液晶層5に電界を印加していない場合は、負の誘電異方性を示す液晶材料を用いた液晶層5は液晶分子が基板面からほぼ垂直に配向しており、入射する光に対する液晶層5の屈折率異方性は極わずかであり、光が液晶層5を透過することによって生じる位相差はほぼ0である。従って、 $\lambda/4$ 板7を通過した円偏光の光線は、円偏光をほとんど崩さずに液晶層5を透過し、一方の基板1上にある反射電極3にて反射される。

【0025】反射された光は回転方向が逆転した円偏光となり、 $\lambda/4$ 板7を通過して入射時と直交する直線偏光となり、偏光板6に入射される。 $\lambda/4$ 板7を通過した直線偏光は、偏光板6の透過軸と直交する方向の直線偏光であり、偏光板6で吸収され透過しない。この様に、液晶層5に電圧を印加しない場合は暗表示となる。

【0026】次に図3(b)によって反射モードの白表示を説明する。図3(b)は、液晶層5に電圧を印加する場合であり、 $\lambda/4$ 板7を通過するまでは図3(a)と同一であり説明は省略する。

【0027】液晶層5に電圧を印加すると、基板面から垂直方向に配向していた液晶分子は基板面と水平方向に幾分傾き、液晶層5に入射した $\lambda/4$ 板7からの円偏光は、液晶分子の複屈折により楕円偏光になり、反射電極3で反射された後さらに液晶層5で液晶分子の複屈折の影響を受け、 $\lambda/4$ 板7を通過した後は偏光板6の透過軸と直交する直線偏光にはならず、偏光板6を幾分通過する。こうして、液晶層に印加される電圧を調整することで、反射した後に偏光板6を透過できる光量を調節することができ、階調表示が可能になる。

【0028】また、反射電極3と対向電極4から液晶層5に電圧を印加し、液晶層5の位相差が $1/4$ 波長条件になるように液晶分子の配向状態を変化させると、 $\lambda/4$ 板7を通過した後の円偏光は液晶層5を通過して反射

電極3に達したときに偏光板6の透過軸と直交する直線偏光になり、再び液晶層5を通過して円偏光になった後に $\lambda/4$ 板7を通過し、偏光板6の透過軸と平行な直線偏光になり、偏光板6を通過する反射光は最大になる。

【0029】図3(b)には、反射電極3で反射された光が最も偏光板6を透過する液晶層5のリタデーション条件で図示しており、反射電極3上で偏光板6の透過軸と直交する方向の直線偏光となっている。従って、液晶層5に電圧が印加されないときは、液晶層5に複屈折はほとんど無く暗表示が得られ、液晶層5に電圧が印加するとその印加電圧によって光の透過率が変化し階調表示が可能になる。

【0030】図4(a)によって透過モードの暗表示を説明する。図4(a)の下側から光源(図示せず)によって出射された光は偏光板9を通過後、偏光板9の透過軸に一致した直線偏光になる。 $\lambda/4$ 板10は、 $\lambda/4$ 板10の遅相軸方向と偏光板9の透過軸方向が45度になるように配置されており、 $\lambda/4$ 板10を通過した光は円偏光になる。

【0031】液晶層5に電界を印加しない場合は、負の誘電異方性を示す液晶材料を用いた液晶層5は液晶分子が基板面からほぼ垂直に配向しており、入射する光に対する液晶層5の屈折率異方性は極わずかであり、光が液晶層5を透過することによって生じる位相差はほぼ0である。従って、 $\lambda/4$ 板10から出射される円偏光は、円偏光を崩さずに液晶層5を通過し、 $\lambda/4$ 板7に入射する。

【0032】 $\lambda/4$ 板10の遅相軸方向と $\lambda/4$ 板7の遅相軸方向は直交しており、 $\lambda/4$ 板7に入射した円偏光は、偏光板9の透過軸方向と直交する方向の直線偏光になり、偏光板6に入射される。 $\lambda/4$ 板7から出射された直線偏光は、偏光板6の透過軸と直交する方向の直線偏光であり、偏光板6で吸収され光は透過しない。この様に、液晶層5に電圧を印加しない場合は暗表示になる。次に図4(b)によって透過モードの明表示を説明する。図4(b)は液晶層に電圧を印加する場合であり $\lambda/4$ 板10を光が通過するまでは図3(a)と同一であり説明は省略する。

【0033】液晶層5に電圧を印加すると、基板面から垂直方向に配向していた液晶分子は基板面と水平方向に幾分傾き、液晶層5に入射した $\lambda/4$ 板10からの円偏光は、液晶分子の複屈折により楕円偏光になり、 $\lambda/4$ 板7を通過した後は偏光板6の透過軸と直交する直線偏光にはならず、偏光板6を幾分通過する。こうして、液晶層に印加される電圧を調整することで、反射した後に偏光板6を透過する光量を調節することができ、階調表示が可能になる。

【0034】また、液晶層5に電圧を印加し、液晶層5の位相差が $1/2$ 波長条件になるように液晶分子の配向状態を変化させると、 $\lambda/4$ 板7を通過した後の円偏光

は液晶層 5 のセル厚の半分の地点で直線偏光になり、残りの液晶層 5 を通過すると円偏光になる。液晶層 5 から出射される円偏光は $\lambda/4$ 板 7 を通過すると、偏光板 6 の透過軸と平行な直線偏光になり、偏光板 6 を通過する反射光は最大になる。

【0035】図 3 (b) には、偏光板 9 を通過した光が最も偏光板 6 を透過する液晶層 5 のリタデーション条件で図示している。従って、液晶層 5 に電圧が印加されていないときは、液晶層 5 に複屈折はほとんど無く暗表示が得られ、液晶層 5 に電圧が印加するとその印加電圧によ

って光の透過率が変化し階調表示が可能になる。
【0036】図 5 は、本実施形態の構成である $\lambda/4$ 板 7 と $\lambda/4$ 板 10 の遅相軸を直交に配置した場合と、比較例として $\lambda/4$ 板 7 と $\lambda/4$ 板 10 の遅相軸を平行に配置した場合に、黒表示のときの光の波長と透過率の関係を示す図である。本実施形態では、位相差板の遅相軸を直交させることで、位相差板の屈折率異方性の波長依存性を相殺することができ、光の波長帯全域で一定の位相差を満たすようになり暗表示の色づきを改善できる。

【0037】ここで、反射モードの明状態で反射率が最大となる液晶層 5 の位相差は $\lambda/4$ であり、透過モードの明状態で透過率が最大となる液晶層 5 の位相差は $\lambda/2$ であることから、反射モードとして用いる領域の液晶層と透過モードとして用いる領域の液晶層の厚みが等しい場合には、反射モードとして用いる領域の液晶層 5 の位相差を $\lambda/4$ 、透過モードとして用いる領域の液晶層 5 の位相差を $\lambda/2$ という位相差を同時に満たすことはできない。

【0038】つまり、反射モードとして用いる領域の液晶層 5 の位相差が 0 から $\lambda/4$ に変化することで階調表示を行なう場合は、透過モードとして用いる領域の液晶層 5 の位相差も 0 から $\lambda/4$ までしか変化しないために、透過モードは効率良く光を利用することができない。

【0039】よって、反射モードとして用いる領域の液晶層と透過モードとして用いる領域の液晶層の厚みを変えるか、反射モードとして用いる領域の液晶層と透過モードとして用いる領域の液晶層に印加する電圧を変えることで、反射モード、透過モード共に効率良く光を利用することができる。ここで、反射モードとして用いる領域の液晶層と透過モードとして用いる領域の液晶層の厚みを変える際に、透過モードとして用いる領域の液晶層の厚みを反射モードとして用いる領域の液晶層の厚みの 2 倍にすると、反射モードとして用いる領域の液晶層 5 の位相差を $\lambda/4$ 、透過モードとして用いる領域の液晶層 5 の位相差を $\lambda/2$ という位相差を同時に満たすことができる。また、透過モードとして用いる領域の液晶層の厚みを反射モードとして用いる領域の液晶層の厚みの 2 倍にしなくても、透過モードとして用いる領域の液晶層の厚みを反射モードとして用いる領域の液晶層の厚み

の 2 倍を超えない範囲で、透過モードとして用いる領域の液晶層の厚みを反射モードとして用いる領域の液晶層の厚みより大きくすることで、光の利用効率は向上する。

【0040】ここで、 $\lambda/4$ 板 7、10 を構成する複屈折性材料の常光及び異常光の両者に対する屈折率は波長に強く依存しているため、特定の厚さの波長板内で蓄積された位相遅れもまた波長に依存する。つまり、 $\lambda/4$ の位相遅れを入射光の直線偏光面に与えるには、波長を特定した単波長の光線を入射させた場合のみに完全に達成できる。よって、 $\lambda/4$ 板 7、10 を構成する複屈折性材料の屈折率異方性の波長依存性により、 $\lambda/4$ の位相遅れが達成できない波長域で偏光板 6 で遮光されずに透過する光が発生し、暗表示に色づきが生じるが、 $\lambda/4$ 板 10 の遅相軸は $\lambda/4$ 板 7 の遅相軸と直交するように、また偏光板 6 の透過軸は偏光板 9 の透過軸に対して直交するように設定することで、透過モードにおいて、 $\lambda/4$ 板 10 の屈折率異方性の波長依存性を、 $\lambda/4$ 板 7 の屈折率異方性の波長依存性で相殺することができ、波長帯全域で $\lambda/4$ 条件を満たすようになる。このため暗表示の色づきを改善できる。

【0041】さらに、液晶層 5 の視角特性を改善させるため、偏光板 6 と液晶層 5 の間と偏光板 9 と液晶層 5 の間の少なくとも一方に、別の位相差板を設置させることで、広い視角範囲で良好な表示が実現される。

【0042】また、実施形態 1 では液晶層 5 に垂直配向性液晶を用いているが、基板表面近傍の液晶分子の配向が基板面の垂直方向に対してある程度のティルト角を持つ場合には、液晶層 5 に電圧無印加時でも完全にリタデーションは 0 にはならないため、その分を補償するため $\lambda/4$ 板 7 を代えて位相差板のリタデーションを調整すればより良好な暗表示が得られる。

【0043】液晶分子が概ね基板面の垂直方向に向いている状態の液晶層において、反射モードでは α のリタデーションが残存している場合、 $\lambda/4$ 板 7 に代えて、 $(\lambda/4 - \alpha)$ のリタデーションをもつ位相差板を配置すればよい。

【0044】反射モードでは、液晶層には、円偏光から液晶層の残存しているリタデーション分ずれた楕円偏光が入射する。液晶層を通過し、反射機能を有する領域で円偏光となり、反射して回転方向が逆転した円偏光となる。液晶層を通過して液晶層から出射するとき、円偏光からずれた楕円偏光となる。このときの楕円偏光は、入射時位相が 90 度ずれた状態にある。位相差板を通過すると偏光板 6 の透過軸と直交する直線偏光となる。

【0045】反射用絵素電極が透過用絵素電極より大きい場合など、反射型表示がメインとなる場合は透過モードの表示に用いている $\lambda/4$ 板 10 はそのままでもよい。従って、液晶分子が基板面の垂直方向に向いている状態の液晶層に残存するリタデーションが無視できな

い場合でも、そのリターデーションを考慮した位相差板を配置することにより反射モードでコントラストの高い表示が実現できる。

【0046】更に、液晶層に反射モードでは α 、透過モードでは β のリターデーションが残存している場合、 $\lambda/4$ 板7に代えて $(\lambda/4 - \alpha)$ のリターデーションをもつ位相差板、 $\lambda/4$ 板10に代えて $(\lambda/4 - (\beta - \alpha))$ のリターデーションをもつ位相差板を配置すればよい。

【0047】透過機能を有する領域の透過光で表示を行う透過モードでは、液晶分子が基板面の垂直方向に向いている状態では、液晶層を出射したとき反射モードの出射光と同じ状態の楕円偏光となるように上記 $(\lambda/4 - (\beta - \alpha))$ のリターデーションをもつ位相差板が設定され、その位相差を有した楕円偏光が上記 $(\lambda/4 - \alpha)$ のリターデーションをもつ位相差板に入射するので、上記 $(\lambda/4 - \alpha)$ のリターデーションをもつ位相差板を通過したとき、偏光板6の透過軸と直交する直線偏光となり光漏れの少ない暗表示となる。

【0048】従って、液晶分子が基板面の垂直方向に向いている状態の液晶層に残存するリターデーションが無視できない場合でも、そのリターデーションを考慮した位相差板を配置することにより反射モードでコントラストの高い表示が実現できる。

【0049】また、実施形態1では液晶層5に垂直配向性液晶を用いているが、平行配向性液晶を用いても同様の原理で表示が可能である。但し、平行配向性液晶を用いると電圧印加につれて液晶層5のリターデーションが小さくなるが、電圧印加時に基板近傍以外の液晶分子が概ね基板面の垂直方向に向いている状態でも、基板近傍の液晶分子は電界によりほとんど動かないため、基板近傍の液晶分子による残留リターデーションが生じる。そのため、垂直配向性液晶を用いた場合よりも平行配向性液晶を用いると残留リターデーションの影響分、暗表示時に光もれが発生し黒レベルが浮きコントラスト低下が発生する。そのため、平行配向性液晶を用いて垂直配向性液晶同様の黒レベルを表示するには、残留リターデーションを補償するように上下基板それぞれの近傍の液晶分子によ

る残留リターデーションを打ち消すように上下基板に液晶分子を配向させるか、位相差板を追加する必要がある。

【0050】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、第1の位相差板と第2の位相差板の遅相軸を直交させることで、第1の位相差板の屈折率異方性の波長依存性を、第2の位相差板の屈折率異方性の波長依存性で相殺することができ、光の波長帯全域で $\lambda/4$ 条件を満たすようになり、反射機能と透過機能を有する液晶表示装置において、透過モードでも暗表示の色づきを改善できる。

【0051】請求項2の発明によれば、液晶層に負の誘電率異方性を有する垂直配向液晶材料を用いることで、液晶層のリターデーションがほぼ0である状態が実現されるので、暗状態がより暗くなるので、コントラストが高くなる。

【0052】請求項3の発明によれば、ノーマリブラック（以下NBという）ではセルギャップ変化によるコントラスト比の変化はほとんど発生せず、生産性の面でセルギャップ制御に対するある程度の余裕がとれる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1の液晶表示装置の断面模式図である。

【図2】本発明の実施形態1及び実施形態2の液晶表示装置の平面図である。

【図3】本発明の実施形態1の液晶表示装置の反射領域での光の透過状態を示す図である。

【図4】本発明の実施形態1の液晶表示装置の透過領域での光の透過状態を示す図である。

【図5】黒表示を行うときの光の波長と透過率の関係を示す図である。

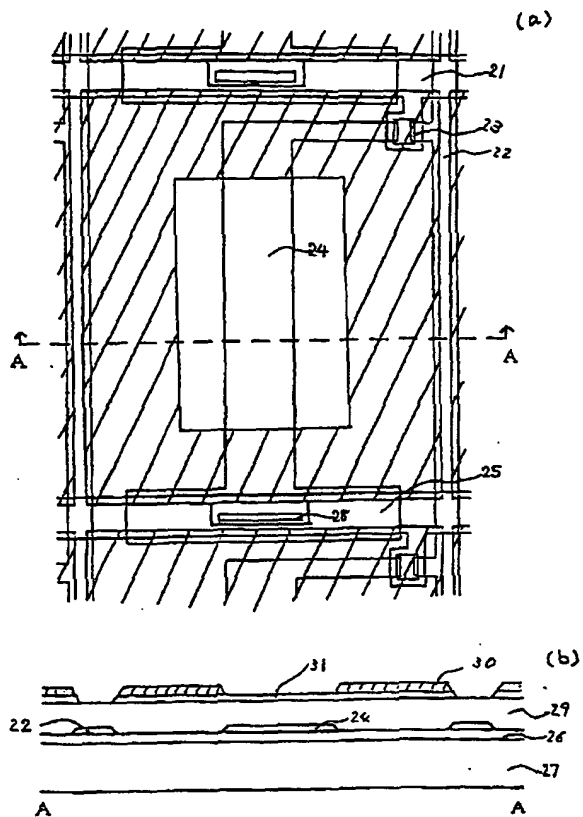
【符号の説明】

- 1、2 基板
- 3 反射電極
- 4 対向電極
- 5 液晶層
- 6、9 偏光板
- 7、10 $\lambda/4$ 板
- 8 透明電極

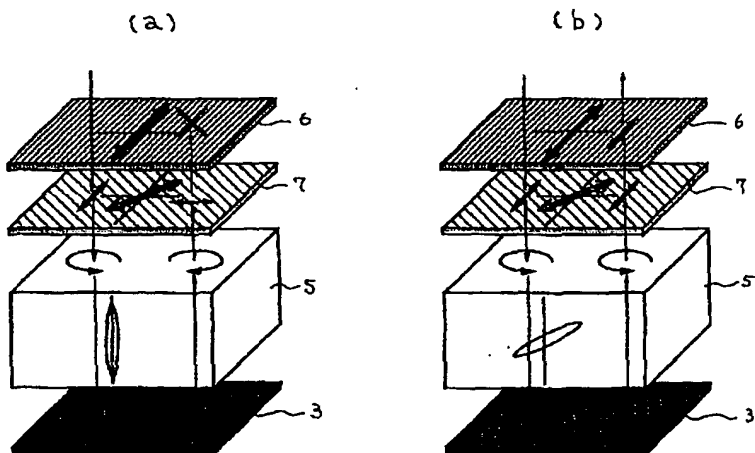
【図1】

| | |
|-------------------|---------|
| 6. 偏光板 | |
| 7. $\lambda/4$ 板 | |
| 2. 基板 | |
| 4. 对向电极 | |
| 5. LC层 (垂直配向) | |
| 3. 反射电极 | 8. 透明电极 |
| 1. 基板 | |
| 10. $\lambda/4$ 板 | |
| 9. 偏光板 | |

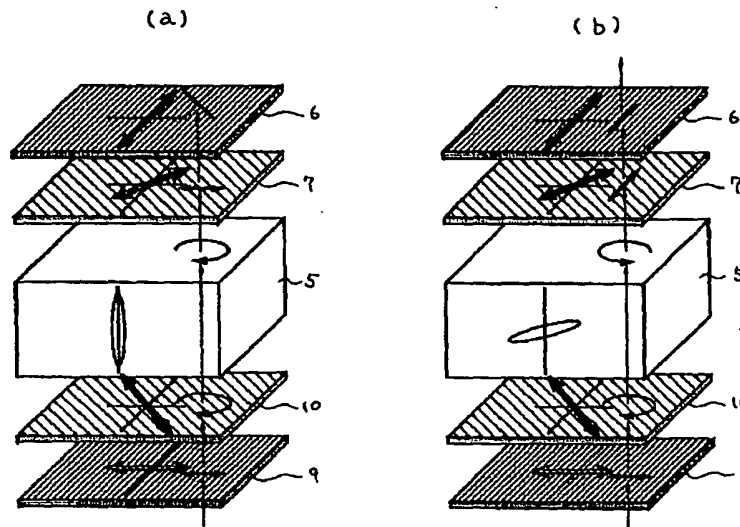
【図2】



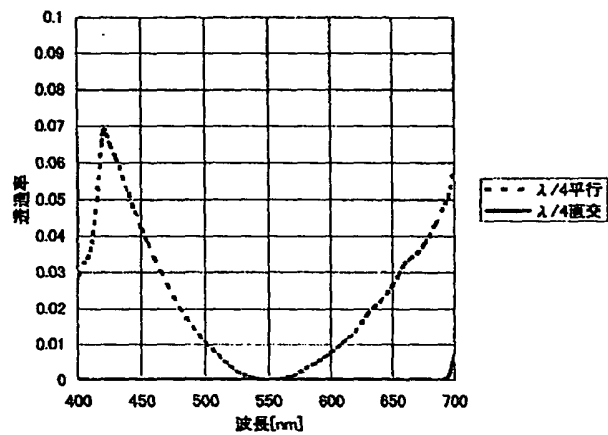
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72) 発明者 藤岡 正悟
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
(72) 発明者 吉村 洋二
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 片山 幹雄
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
(72) 発明者 石井 裕
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

Fターム(参考) 2H088 HA17 HA18 KA27
2H091 FA08X FA08Z FA11X FA11Z
FA14Z FD07 GA02 GA13
LA17